

AI

46955.8

15023/US Hz/hr

U.S. Patent Application Serial No. 10/089537

Corresponding to PCT/EP00/09345

"Method and Device for Measuring Bulk Material Flows"

Summary of DE 39 09 177

DE 39 09 177 discloses a device for measuring the flow velocity during carrying particulate items in reaction compartments and the like. The flow velocity is measured with capacitive measuring sensors comprising two channels each with two electrode pairs, a subtraction circuit and a run time correlator. Each of the electrode pairs is connected with an AC voltage generator with variable frequency.

DE 39 09 177 does not disclose simultaneous mass and speed measurements, wherein the speed is detected with an influence method.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3909177 A1

51 Int. Cl. 5:  
G01P 5/08  
B 65 G 53/66

21 Aktenzeichen: P 39 09 177.5  
22 Anmeldetag: 21. 3. 89  
43 Offenlegungstag: 25. 1. 90

DE 3909177 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31

19.07.88 DD WP G 01 N/318064

71 Anmelder:

Brennstoffinstitut Freiberg, DDR 9200 Freiberg, DD

72 Erfinder:

Lötsch, Klaus, Dipl.-Ing.; Noack, Jürgen, Dipl.-Ing.;  
Kretschmer, Horst, Dipl.-Ing.; Hunger, Klaus, DDR  
9200 Freiberg, DD; Zobel, Günter, Dipl.-Ing., DDR  
9201 Zug, DD; Winter, Frank, Dipl.-Ing.; Heinrich,  
Hans-Joachim, Dipl.-Ing.; Bianchin, Roland,  
Dipl.-Ing., DDR 9200 Freiberg, DD

54 Anordnung zur Strömungsgeschwindigkeitsmessung bei der pneumatischen sowie hydraulischen Förderung feinkörniger Schüttgüter

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Strömungsgeschwindigkeitsmessung bei der pneumatischen sowie hydraulischen Förderung feinkörniger Schüttgüter in Reaktionsräume oder sonstige Aggregate.

Ziel der Erfindung ist, eine genaue und schnelle Strömungsgeschwindigkeitsmessung als Voraussetzung zur Regelung des Massenstromes zu erhalten. Die Aufgabe besteht darin, mit bekannten elektronischen Baugruppen eine solche Anordnung vorzuschlagen, die signifikante Meßsignale liefert, um eine sichere Geschwindigkeitsbestimmung zu realisieren. Erfindungsgemäß wird eine Anordnung zur Strömungsgeschwindigkeitsmessung, bestehend aus kapazitiven Meßsonden vorgeschlagen, die aus zwei Kanälen mit je zwei Elektrodenpaaren, einem Differenzglied und einem gemeinsamen Laufzeitkorrelator besteht. Die Elektroden eines jeden Elektrodenpaares sind in einem Winkel kleiner 180° zueinander in radialer Richtung außen an dem Förderrohr angeordnet. Jedem Elektrodenpaar ist ein Wechselspannungsgenerator mit unterschiedlicher oder gleicher Frequenz zur gleichzeitigen Steuerung der Auswerteschaltung zugeordnet, wobei sich die Elektroden eines Elektrodenpaares auch 180° gegenüber befinden können oder wahlweise allen Elektrodenpaaren auch nur ein Wechselspannungsgenerator zugeordnet sein kann.

DE 3909177 A1

# Beschreibung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit in pneumatischen sowie hydraulischen Förderanlagen für feinkörnige Schüttgüter in technologische Reaktionsräume und sonstige Aggregate.

Als Transportgut können zum Beispiel Kohlenstaub, Zement, Sande oder Materialien der Lebensmittelindustrie verwendet werden.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Mehrphasengemischen wird vorzugsweise über die Erfassung und Auswertung natürlicher Fluktuationen des Förderprozesses mittels kapazitiver Meßsonden realisiert. In der Veröffentlichung von Boeck, Th. in "Automatisierungstechnische Praxis" München 28 (1986) Heft 10, S. 496—502, "Korrelative Durchsatzmessung von pneumatisch geförderten Schüttgütern" wird für Zweiphasenströmungen und speziell für die Gas-Feststoff-Strömung ein Korrelationsgeschwindigkeitssystem auf Basis kapazitiver Meßsonden vorgestellt. Die Elektroden der Elektrodenpaare der einzelnen Meßkanäle befinden sich auf dem Rohrrumfang und liegen sich diametral gegenüber. Sie erfassen die natürlichen Fluktuationen über den Querschnitt des Förderrohres, wobei kleinste Kapazitätsänderungen detektiert werden, und nachfolgend wird deren Laufzeit zwischen den Meßkanälen mittels eines Laufzeitkorrelators bestimmt. Über den bekannten, extrem kleinen Abstand der Meßkanäle wird die Geschwindigkeit der natürlichen Fluktuationen im Förderrohr berechnet.

Das beschriebene Meßsystem berücksichtigt bei der Geschwindigkeitsermittlung keine Ungleichverteilung bzw. Entmischung des strömenden Feststoffes über den Förderrohrquerschnitt. Diese Ungleichverteilung und die stark veränderliche Meßempfindlichkeit entlang der Meßstrecke bei kapazitiven Meßsonden führt zu Geschwindigkeitsmeßwerten, die für die auf den Gesamtförderrohrquerschnitt bezogene mittlere Geschwindigkeit der Feststoffphase nicht signifikant ist.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist eine Anordnung zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit bei der pneumatischen und hydraulischen Förderung feinkörniger Schüttgüter in technologische Reaktionsräume und sonstige Aggregate, wodurch auch bei Entmischung der festen Phase eine exakte Strömungsgeschwindigkeit dieser festen Phase gemessen werden kann.

## Wesen der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Ermittlung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit der Feststoffphase notwendigen repräsentativen Signale bei einer Anordnung, bestehend aus bekannten elektronischen Bauteilen wie kapazitive Meßsonde, Differenzglied und Laufzeitkorrelator zu erfassen, um ein Meßverfahren hoher Genauigkeit zu erhalten, bei dem die Entmischungseffekte der Gas-Feststoff-Strömungen berücksichtigt sind.

Die Effekte für die Lösung der gestellten Aufgabe liegen in der Aufdeckung der Entmischungsvorgänge von Gas-Feststoff-Strömungen sowie des Verhaltens der entmischten, strömenden Feststoffphase im Förderrohr einschließlich der Geschwindigkeitsungleichverteilung über den Querschnitt und in der Überwindung der Anpaßprobleme der Meßsondenempfindlichkeit an die Geometrie der entmischten Gas-Feststoff-Strömung. Daraus abgeleitet ergibt sich die Notwendigkeit, die signifikante Größe der Feststoffgeschwindigkeit direkt in der entmischten Schicht zu messen. Hierin liegt die erfinderische Lösung der Aufgabe, die die Probleme der Geschwindigkeitsungleichverteilung im Förderrohr und die veränderliche Empfindlichkeit der Meßsonden entlang des Meßweges eliminiert.

Erfindungsgemäß besteht die Anordnung zur Strömungsgeschwindigkeitsmessung bei der pneumatischen sowie hydraulischen Förderung feinkörniger Schüttgüter in Reaktionsräume oder sonstige Aggregate aus vier Elektrodenpaaren, deren Elektroden außen am Förderrohr angebracht sind. Die Elektroden eines jeden Elektrodenpaares sind untereinander in einem Winkel  $< 180^\circ$  in radialer Richtung des Förderrohres angebracht. Jedes Elektrodenpaar wird von einem separaten Wechselspannungsgenerator unterschiedlicher oder gleicher Frequenz gespeist. Der Vorteil ist, daß die repräsentative Strömungsgeschwindigkeit der Feststoffphase mit annähernd gleich hoher Genauigkeit für entmischte und nicht-entmischte Strömungen meßbar ist.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Beispiel erläutert werden. Die zugehörige Figur zeigt die schematische Anordnung der wichtigsten Baugruppen an einem Kohlenstaubdosiersystem der Nennweite 40 für einen Reaktor. Erfindungsgemäß befinden sich an einem Förderrohr (4) die Elektrodenpaare (2, 3) außen am Förderrohr am Umfang in einem Winkel von  $45^\circ$  angebracht. Die Wechselspannungsgeneratoren (5) speisen die Elektrodenpaare (2, 3) mit Sinusspannungen unterschiedlicher Frequenz. Diese Generatorspannungen werden als Taktsignale für die phasenempfindlichen Gleichrichter (7) genutzt.

Das durch natürliche Fluktuationen von den Elektrodenpaaren (2, 3) erzeugte Signal wird Kapazitäts-Spannungs-Wandlern (6) und den phasenempfindlichen Gleichrichtern (7) zugeführt. Die phasenempfindlichen Gleichrichter (7) selektieren das Nutzsignal aus dem Signalgemisch heraus und unterdrücken damit gleichzeitig Signale der benachbarten Elektrodenpaare. Die nachfolgenden Bandpässe (8) bestimmen mit ihrer unteren und oberen Grenzfrequenz den zu analysierenden Fluktuationssignalfrequenzbereich. Durch Bildung der Spannungsdifferenz im anschließenden Differenzglied (9) werden Fluktuationen, die sich in axialer Richtung lang ausdehnen und beide Elektrodenpaare (2, 3) gleichzeitig erfassen, unterdrückt. Damit werden nur deren Beginn bzw. Ende detektiert. Somit treten an den Ausgängen der Differenzglieder (9) die beiden Ausgangssignale  $\Delta U$  vom Kanal 1 (10) und Kanal 2 (10) auf, die einem Laufzeitkorrelator zugeführt werden, der die Laufzeit der Fluktuationen von den Elektrodenpaaren des Kanals 1 (10) zu den Elektrodenpaaren des Kanals 2 ermittelt. Aus diesem Meßwert wird die Geschwindigkeit der festen Phase berechnet.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 kapazitive Meßsonde
- 2 Elektrodenpaar
- 3 Elektrodenpaar
- 4 Förderrohr
- 5 Wechselspannungsgenerator
- 6 Kapazitäts-Spannungswandler
- 7 phasenempfindlicher Gleichrichter
- 8 Bandpaß
- 9 Differenzglied
- 10 Meßsignal  $\Delta U$  des Kanals

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Strömungsgeschwindigkeitsmes-  
sung bei der pneumatischen Förderung feinkörniger  
Schüttgüter in Reaktionsräume oder sonstige  
Aggregate mittels kapazitiver Meßsonden, wobei  
die Elektroden an der Außenwand eines Förder-  
rohres angeordnet sind, die Meßsonde aus zwei  
Kanälen mit je zwei Elektrodenpaaren und je ei-  
nem Differenzglied besteht, die mit einem Laufzeit-  
korrelator verbunden sind, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Elektroden (2, 3) der Elektrodenpaare  
in einem Winkel kleiner  $180^\circ$  zueinander in radialer  
Richtung des Förderrohres (4) angeordnet sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß bei einem Elektrodenanordnungswin-  
kel kleiner oder gleich  $180^\circ$  jedem Elektrodenpaar  
ein separater Wechselspannungsgenerator (5) mit  
unterschiedlicher oder gleicher Frequenz zur  
gleichzeitigen Steuerung der Auswerteschaltung  
zugeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

